

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-23140  
(P2001-23140A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 1 1 B 5/66

識別記号

F I  
G 1 1 B 5/66

キーワード (参考)  
5 D 0 0 6

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-191551  
(22) 出願日 平成11年7月6日 (1999.7.6)

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(72) 発明者 二本 正昭  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72) 発明者 平山 義幸  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(74) 代理人 100091096  
弁理士 平木 祐輔

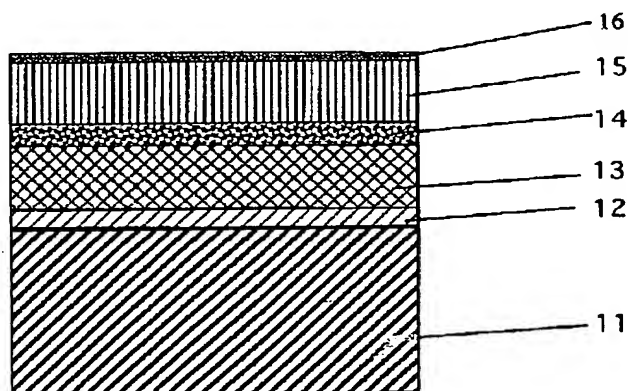
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 垂直磁気記録媒体および磁気記憶装置

(57) 【要約】

【課題】 高密度磁気記録に適するように改良された垂直磁気記録媒体を提供する。

【解決手段】 非磁性基板 11 上に裏打磁性膜 13 を介して垂直磁化膜 15、保護膜 16 が設けられた垂直磁気記録媒体において、裏打磁性膜 13 と垂直磁化膜 15 の間に (100) 面を基板とおおむね平行に持つ多結晶 MgO 膜 14 を挿入する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 非磁性基板上に裏打磁性膜を介して垂直磁化膜が設けられた垂直磁気記録媒体において、前記裏打磁性膜と前記垂直磁化膜との間に(100)面を基板とおおむね平行に持つ多結晶MgO膜が挿入されており、前記多結晶MgO膜の上に形成される部分の垂直磁化膜が六方稠密構造を持つことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項2】 非磁性基板上に裏打磁性膜を介して垂直磁化膜が設けられた垂直磁気記録媒体において、前記裏打磁性膜の上に(100)面を基板とおおむね平行に持つ多結晶MgO膜が設けられ、前記多結晶MgO膜の上に六方稠密構造を持つ非磁性膜が設けられ、前記非磁性膜の上に垂直磁化膜が設けられ、前記多結晶MgO膜の上に前記非磁性膜を介して形成される部分の垂直磁化膜が六方稠密構造を持つことを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項3】 請求項1又は2記載の垂直磁気記録媒体において、前記裏打磁性膜と前記多結晶MgO膜との間にTi, Zr, Hf, Cr, Mo, Nb, V, W, Si, Ge, B, Cもしくはこれらの元素を主成分とする合金、SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>の群からなる酸化物、の中から選ばれた非磁性膜が設けられていることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項記載の垂直磁気記録媒体において、前記裏打磁性膜と前記垂直磁化膜の間に形成される非磁性膜の膜厚の総和が2nm以上20nm未満であり、しかも前記多結晶MgO膜の厚さが1nm以上13nm未満であることを特徴とする垂直磁気記録媒体。

【請求項5】 磁気記録媒体と、前記磁気記録媒体を駆動する磁気記録媒体駆動部と、前記磁気記録媒体に対して記録及び再生を行う磁気ヘッドと、前記磁気ヘッドを駆動する磁気ヘッド駆動部と、前記磁気ヘッドの記録信号及び再生信号を処理する記録再生信号処理系とを備える磁気記憶装置において、前記磁気記録媒体として請求項1～4のいずれか1項記載の垂直磁気記録媒体を用い、前記磁気ヘッドは薄膜型の記録用ヘッドと巨大磁気抵抗効果もしくは磁気トンネル効果を用いた再生用素子を備え、面記録密度30Gb/in<sup>2</sup>以上で磁気記録再生を行なうことを特徴とする磁気記憶装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高密度磁気記録に適する磁性膜を有する磁気記録媒体およびこれを用いた磁気記憶装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】現在実用化されている磁気ディスク装置は、面内磁気記録方式を採用している。この方式では、

ディスク基板面と平行な方向に磁化し易い面内磁気記録媒体に基板と平行な面内磁区を高密度に形成することが技術課題となっている。面内記録では、磁化が互いに逆向きで隣接するため、線記録密度を伸ばすためには、記録膜の保磁力を増大させるとともに膜厚を減少していくことが必要である。記録膜の膜厚が小さくなると熱揺らぎのために記録磁化強度が減少し、極端な場合には記録情報が失われるという問題が発生する。面内記録方式の場合は、従来から用いられているCo合金系の記録膜を用いた場合、20Gb/in<sup>2</sup>以上の面記録密度の実現が困難になる。

【0003】垂直磁気記録方式は薄膜媒体の膜面に垂直に磁化を形成する方式で、記録原理や媒体ノイズの発現機構が従来の面内磁気記録媒体の場合とは異なるが、隣接する磁化が向き合わないために、本質的に高密度磁気記録に適した方式として注目され、垂直磁気記録に適した媒体の構造などが提案されている。Co合金材料からなる垂直磁化膜の垂直配向性を改善するために垂直磁化膜と基板との間に非磁性材料下地を設ける方法が検討されている。例えば、特開昭58-77025号公報、特開昭58-141435号公報にはCo-Cr磁性膜の下地層としてTi膜を形成する方法が、特開昭60-214417号公報には下地層としてGe, Si材料を用いる方法が、特開昭60-064413号公報にはCo, NiO等の酸化物下地層材料が開示されている。このような単層の垂直磁化膜からなる単層垂直磁気記録媒体は、記録用に薄膜リングヘッドが用いられる。

【0004】垂直磁気記録の記録効率をあげるためには、単磁極型の記録ヘッドと磁性膜が2層からなる2層垂直磁気記録媒体を組み合わせるのが有効である。2層垂直磁気記録媒体の例としては、基板と垂直磁化膜の間にパーマロイやCo合金系の軟磁性膜を設けた媒体が検討されている。しかし、2層垂直磁気記録媒体は単層垂直磁気記録媒体に比べて記録磁性膜の垂直磁気異方性強度が不十分であった。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】20Gb/in<sup>2</sup>以上の高密度磁気記録が可能な垂直磁気記録媒体としては、線記録密度分解能が大きいこと、媒体ノイズが小さいこと、さらに薄膜ヘッドによる記録が有効に行われることが必要である。このためには、垂直磁化膜の磁性結晶粒を微細化し、さらに垂直磁気異方性を増大させるとともに磁気ヘッドの記録磁界が有効に媒体内部に侵入することが必要である。本発明は、30Gb/in<sup>2</sup>以上の高記録密度を実現するための高分解能で低ノイズ特性をもつ垂直磁気記録媒体を提供し、高密度磁気記憶装置の実現を容易ならしめることを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】磁気ヘッドによる記録効率が高い垂直磁気記録媒体は2層垂直磁気記録媒体であ

る。本発明では、上記の目的を達成するために基板に形成された裏打磁性膜と六方稠密構造を持つC<sub>o</sub>合金系の垂直磁化膜の間に極薄のMgO膜を導入することの特徴とする。本発明の目的をより確実に達成するために、MgO膜の下部もしくは上部に特定の材料からなる極薄の非磁性膜を形成するものである。

【0007】2層垂直磁気記録媒体で用いられる裏打磁性膜はパーマロイ等のNiを主成分とする多結晶膜、あるいはセンダストのようなFeを主成分とする多結晶膜、Co-Nb-ZrのようなC<sub>o</sub>合金膜が一般的である。このような裏打磁性膜の上に直接C<sub>o</sub>合金系の垂直磁化膜を形成すると、薄膜の成長初期には結晶成長が乱れた垂直磁化膜として望ましくない初期成長層が含まれてしまう。このため垂直磁気異方性が低下したり、垂直磁化膜を構成する磁性結晶粒間の磁気分離が不十分となり、保磁力の低下やノイズの増大を招いていた。

【0008】この問題に対し、本発明者らは裏打磁性膜とC<sub>o</sub>合金からなる垂直磁化膜の間に極薄のMgO膜を導入することが有効であることを見出した。非晶質構造を持つ裏打磁性膜の上にMgO膜を形成すると、(100)面が基板と平行なMgO微結晶粒が生成され、この結果、おおむね(100)面を基板と平行にする多結晶MgO配向膜が成長する。この配向膜上にC<sub>o</sub>合金系の垂直磁化膜を形成すると磁化容易軸の[0001]軸を基板と垂直に持つ六方稠密構造を持つ磁性結晶粒が成長するため、垂直磁気異方性が増大する。

【0009】このような効果を生ぜしめるのに必要なMgO膜の厚さは1nm以上である。MgO膜の厚さを大きくしすぎると、裏打磁性膜と垂直磁化膜の間の距離が増大するために、磁気ヘッドで記録する際の記録効率が悪化する。30Gb/in<sup>2</sup>以上の面記録密度を達成するために必要な線記録密度は300kFCI以上であるが、このような高い線記録密度で記録ヘッドの効率を上げるためには両磁性膜の間隔を20nm以下とする必要がある。また、MgO膜の結晶粒は膜厚が増大するほど大きくなる。この結晶粒の上に成長する磁性結晶粒もMgOの結晶粒径の影響を受けるため、高い線記録密度で磁気記録を行う媒体としては磁性膜を構成する結晶粒の直径を20nm以下、望ましくは15nm以下とする必要があり、MgO膜の厚さは望ましくは13nm未満であるのが良い。

【0010】裏打磁性膜が多結晶構造を持つ場合、および非晶質構造を持つ場合でもMgO多結晶膜の(100)配向性を向上するためには、裏打磁性膜とMgO膜の間に極薄の非磁性膜を導入することが有効である。特に非晶質構造を持つ非磁性膜が、この目的のためには望ましい。膜厚が10nm以下の極薄領域でこのような望ましい効果を発揮する材料は、Ti, Zr, Hf, Cr, Mo, Nb, V, W, Si, Ge, B, Cもしくはこれらの元素を主成分とする合金、SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

ZrO<sub>2</sub>の群からなる酸化物である。このような非磁性材料の膜を介してMgO膜を形成すると、その(100)配向性が大幅に改善される。

【0011】(100)配向したMgO多結晶膜の上に直接C<sub>o</sub>合金からなる垂直磁化膜を形成しても良いが、磁気記録媒体の低ノイズ化を促進するためにはMgO配向膜の上に数nm以下の六方稠密構造を持つ極薄の非磁性膜を設けることが有効である。このような非磁性膜を介在させることにより、特に初期成長領域のC<sub>o</sub>合金垂直磁化膜の磁性結晶粒間の磁気分離を促進できる。両者は同じ六方稠密構造を持つため結晶格子が連続して成長する、いわゆるエピタキシャル成長が実現される。このようなエピタキシャル成長は磁性膜に入る結晶歪を制御して望ましい保磁力を実現するのにも有効である。

【0012】このような効果を持つ六方稠密構造を持つ非磁性材料としては、C<sub>o</sub>に添加する非磁性元素の添加量が30at%を超えるCo-Cr, Co-Cr-X (X=Mn, V, Zr, Hf, Nb, Mo, W, Si, B, Ta, Cu)、あるいはRu, Ru-Y合金(Y=Mn, Cr, Al, Cu), Ti, Ti-Z合金(Z=Co, Ni, Mn, Cu, Al)などがある。

【0013】30Gb/in<sup>2</sup>以上の記録密度を実現するための磁気記録媒体としては、いずれにしても裏打磁性膜とC<sub>o</sub>合金からなる垂直磁化膜の間の距離を20nm以下とする必要がある。このときの可能なMgO膜の厚さは1nm以上15nm以下、さらに望ましくは13nm未満である。また、(100)配向した多結晶MgO膜の上に直接、もしくは六方稠密構造を持つ非磁性膜を介してC<sub>o</sub>合金からなる垂直磁化膜を形成するが、必要に応じて垂直磁化膜の上に他の結晶構造を持つ垂直磁化膜を積層しても良い。

#### 【0014】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【実施の形態1】直径2.5インチのガラス基板を用いて、マグネトロンスパッタ法によって、図1に断面構造を示す垂直磁気記録媒体を作製した。基板11上に、接着強化層12を形成した後、軟磁性膜(裏打磁性膜)13、MgO膜14、垂直磁化膜15、保護膜16を形成した。接着強化層12用にはCrターゲット、軟磁性膜13用にはCo-8at%Nb-4at%Taターゲット、MgO膜14用にはMgOターゲット、垂直磁化膜15用にはCo-20at%Cr-10at%Pt-1.5at%Taターゲット、保護膜用にはカーボンターゲットを用いた。スパッタのArガス圧力を3mTorr、スパッターパワー10W/cm<sup>2</sup>、基板温度280℃の条件でCr膜を20nm、Co-Nb-Ta膜を200nm、MgO膜を10nm、Co-Cr-Pt-Ta垂直磁化膜を25nm、カーボン膜を5nmの厚さ形成した。

【0015】この垂直磁気記録媒体の構造を透過型電子顕微鏡とX線回折で調べた結果、MgO膜は平均結晶粒径が8nmの(100)配向膜であり、またCo-Cr-Pt-Ta垂直磁化膜はMgO結晶粒上にエピタキシャル的に成長し、[0001]方位を優先成長方位に持つことを確認した。比較試料1として、MgO膜を設けない垂直磁気記録媒体を、また比較試料2として軟磁性膜を省略した単層垂直磁気記録媒体を作製した。2層垂直磁気記録媒体の記録用には単磁極型の薄膜ヘッドを、単層垂直磁気記録媒体用には記録ヘッドのギャップ長0.2 $\mu$ mのヘッドを用いた。再生用にはヘッドのシールド間隔が0.15 $\mu$ mの巨大磁気抵抗効果型(GM

R)ヘッドを用い、測定時のヘッドと媒体表面のスペーシングは0.015 $\mu$ mとした。特性評価項目として、記録分解能、低記録密度の再生出力、媒体S/N、飽和記録に必要なヘッド起磁力を測定した。記録分解能は低周波の再生出力の半分になる出力半減記録密度(D<sub>50</sub>)を測定し、再生出力は10kFCIの記録を行ったときの再生出力の比較試料2に対する相対値を、媒体S/Nは300kFCIの磁気記録を行なった場合のS/Nの比較試料2に対する相対値を測定した。これらの結果を表1に示す。

【0016】

【表1】

| 試料    | 分解能<br>D <sub>50</sub> (kFCI) | 再生出力<br>(相対値) | 媒体S/N<br>(相対値) | ヘッド起磁力<br>(相対値) |
|-------|-------------------------------|---------------|----------------|-----------------|
| 本発明   | 268                           | 2.3           | 1.4            | 0.21            |
| 比較試料1 | 230                           | 1.7           | 0.8            | 0.34            |
| 比較試料2 | 255                           | 1.0 (比較値)     | 1.0 (比較値)      | 1.0 (比較値)       |

【0017】本実施の形態の磁気記録媒体は、比較試料1に比べて記録分解能と媒体S/Nが大幅に改善されており、また比較試料2に比べて低密度再生出力、ヘッド起磁力が大きく改善されている。本実施の形態で作製した磁気記録媒体を用いて、記録用にトラック幅が0.4 $\mu$ mの単磁極型薄膜ヘッドを再生素子としてトラック幅0.32 $\mu$ mのGMRヘッドを用いた2.5インチの磁気記憶装置を作製した。面記録密度30Gb/in<sup>2</sup>の条件でエラーレート10<sup>-9</sup>が確保でき、超高密度磁気記憶装置として動作することを確認した。

【0018】[実施の形態2] 直径2.5インチのガラス基板を用いて、マグネトロンスパッタ法によって、図2に示す断面構造を持つ垂直磁気記録媒体を作製した。基板21上に、接着強化層22を形成した後、軟磁性膜(裏打磁性膜)23、シード層24、MgO膜25、垂直磁化膜26、保護膜27を形成した。接着強化層22用にはZrターゲット、軟性膜23用にはFe-8at%Si-3at%Alターゲット、シード層24用にはHfターゲット、MgO膜25用にはMgOターゲット、垂直磁化膜26用にはCo-21at%Cr-8at%Pt-2at%Nbターゲット、保護膜27用にはカーボンターゲットを用いた。スパッタのArガス圧力を3mTorr、スパッターパワー10W/cm<sup>2</sup>、基板温度300℃の条件でZr膜を20nm、Fe-Si-Al膜を400nm、Hf膜を3nm、MgO膜を12nm、Co-Cr-Pt-Nb垂直磁化膜を25nm、カーボン膜を5nmの厚さ形成した。

【0019】この垂直磁気記録媒体の構造を透過型電子顕微鏡とX線回折で調べた結果、MgO膜は平均結晶粒径が10nmの(100)配向膜であり、またCo-Cr-Pt-Nb垂直磁化膜はMgO結晶粒上にエピタキシャル的に成長し、[0001]方位を優先成長方位に持つことを確認した。次に、シード層膜形成用にTi、Zr、Cr、Mo、Nb、V、W、Si、Ge、B、C、SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>のターゲットを用いた以外は同様の構成の垂直磁気記録媒体を作製した。

【0020】比較試料として、MgO膜を設けない垂直磁気記録媒体を同様な条件で作製した。これらの垂直磁気記録媒体の記録再生特性を以下の条件で測定した。記録用には単磁極型の薄膜ヘッドを、再生用にはヘッドのシールド間隔が0.15 $\mu$ mの巨大磁気抵抗効果型(GMR)ヘッドを用い、測定時のヘッドと媒体表面のスペーシングは0.015 $\mu$ mとした。特性評価項目として、記録分解能、低記録密度の再生出力、媒体S/Nを測定した。記録分解能は低周波の再生出力の半分になる出力半減記録密度(D<sub>50</sub>)を測定し、再生出力は10kFCIの記録を行ったときの再生出力の比較試料に対する相対値を、媒体S/Nは300kFCIの磁気記録を行なった場合のS/Nの比較試料に対する相対値を測定した。これらの結果を表2に示す。

【0021】

【表2】

| 試料番号 | シード層材料                         | 分解能<br>( $D_{50-kFCI}$ ) | 再生出力<br>(相対値) | 媒体S/N<br>(相対値) |
|------|--------------------------------|--------------------------|---------------|----------------|
| 1    | Hf                             | 265                      | 1.6           | 1.3            |
| 2    | Ti                             | 255                      | 1.5           | 1.5            |
| 3    | Zr                             | 275                      | 1.4           | 1.4            |
| 4    | Cr                             | 251                      | 1.8           | 1.3            |
| 5    | Mo                             | 245                      | 1.5           | 1.4            |
| 6    | Nb                             | 251                      | 1.6           | 1.6            |
| 7    | V                              | 261                      | 1.5           | 1.4            |
| 8    | W                              | 244                      | 1.9           | 1.3            |
| 9    | Si                             | 269                      | 1.7           | 1.7            |
| 10   | Ge                             | 265                      | 1.7           | 1.7            |
| 11   | B                              | 261                      | 1.9           | 1.9            |
| 12   | C                              | 238                      | 1.2           | 1.2            |
| 13   | SiO <sub>2</sub>               | 252                      | 1.6           | 1.6            |
| 14   | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 250                      | 1.5           | 1.5            |
| 15   | ZrO <sub>2</sub>               | 265                      | 1.5           | 1.5            |
| 比較試料 | Hf                             | 210                      | 1.0 (比較基準)    | 1.0 (比較基準)     |

【0022】本実施の形態の磁気記録媒体は、比較試料に比べて記録分解能と媒体S/Nが大幅に改善されている。

【実施の形態3】直径2.5インチのガラス基板を用いて、マグネトロンスパッタ法によって、図3に示す断面構造を持つ垂直磁気記録媒体を作製した。基板31上に、接着強化層32を形成した後、裏打磁性膜としての硬磁性膜33及び軟磁性膜34、シード層35、MgO膜36、非磁性六方稠密構造材料膜37、垂直磁化膜38、保護膜39を形成した。接着強化層32用にはCr-10at%Zrターゲット、硬磁性膜33用にはFe-35at%Ptターゲット、軟性膜34用にはNi-16at%Fe-3at%Moターゲット、シード層35用にはGe-35at%Siターゲット、MgO膜36用にはMgOターゲット、非磁性六方稠密構造材料膜37用にはCo-28at%Cr-8at%Mnターゲット、垂直磁化膜38用にはCo-21at%Cr-8at%Pt-2at%Nbターゲット、保護膜用にはカーボンターゲットを用いた。スパッタのArガス圧力を3mTorr、スパッターパワー10W/cm<sup>2</sup>、基板温度300℃の条件でCr-Zr膜を20nm、Fe-Pt膜を10nm、Ni-Fe-Mo膜を150nm、Ge-Si膜を5nm、MgO膜を8nm、Co-Cr-Mn膜を6nm、Co-Cr-Pt-Nb垂直磁化膜を25nm、カーボン膜を5nmの厚さ形成した。

【0023】この垂直磁気記録媒体の構造を透過型電子顕微鏡とX線回折で調べた結果、MgO膜は平均結晶粒径が8.7nmの(100)配向膜であり、またCo-Cr-Pt-Nb垂直磁化膜は非磁性六方稠密構造材料膜37を介してMgO結晶粒上にエピタキシャル的に成長し、[0001]方位を優先成長方位に持つことを確認した。

【0024】次に、非磁性六方稠密構造材料膜用にCo-33at%Cr、Co-30at%Cr-5at%Mn、Co-30at%Cr-4at%V、Co-30at%Cr-6at%Zr、Co-30at%Cr-4at%Hf、Co-30at%Cr-5at%Nb、Co-30at%Cr-2at%Mo、Co-30at%Cr-2at%W、Co-30at%Cr-2at%Si、Co-30at%Cr-3at%B、Co-30at%Cr-4at%Ta、Co-30at%Cr-6at%Cu、Ru、Ru-10at%Mn、Ru-4at%Cr、Ru-3at%Al、Ru-5at%Cu、Ti、Ti-6at%Mnのターゲットを用いた以外は同様の構成の垂直磁気記録媒体を作製した。また、比較試料として、シード層35、MgO膜36、非磁性六方稠密構造材料膜37を設けずに軟磁性膜34の上に直接垂直磁化膜38を設けた垂直磁気記録媒体を同様な条件で作製した。これらの垂直磁気記録媒体の記録再生特性を、以下の条件で測定した。記録用には単磁極型の薄膜ヘッドを、再生用にはヘッドのシールド間隔が0.12μmの巨大磁気抵抗効果型(GMR)ヘッドを用い、測定時のヘッドと媒体表面のスペーシングは0.014μmとした。特性評価項目として、記録分解能、低記録密度の再生出力、媒体S/Nを測定した。記録分解能は低周波の再生出力の半分になる出力半減記録密度

( $D_{50}$ )を測定し、再生出力は10kFCIの記録を行ったときの再生出力の比較試料に対する相対値を、媒体S/Nは300kFCIの磁気記録を行なった場合のS/Nの比較試料に対する相対値を測定した。これらの結果を表3に示す。

【0025】

【表3】

| 試料番号 | 六方稠密構造材料層         | 分解能 (D <sub>50:kFCI</sub> ) | 再生出力 (相対値) | 媒体S/N (相対値) |
|------|-------------------|-----------------------------|------------|-------------|
| 1    | Co-28at%Cr-8at%Mn | 261                         | 1.6        | 1.9         |
| 2    | Co-33at%Cr        | 253                         | 1.5        | 1.5         |
| 3    | Co-30at%Cr-5at%Mn | 247                         | 1.4        | 1.9         |
| 4    | Co-30at%Cr-4at%V  | 245                         | 1.5        | 1.6         |
| 5    | Co-30at%Cr-6at%Zr | 245                         | 1.5        | 1.4         |
| 6    | Co-30at%Cr-4at%Hf | 253                         | 1.6        | 1.6         |
| 7    | Co-30at%Cr-5at%Nb | 241                         | 1.5        | 1.7         |
| 8    | Co-30at%Cr-2at%Mo | 241                         | 1.4        | 1.5         |
| 9    | Co-30at%Cr-2at%W  | 260                         | 1.3        | 1.6         |
| 10   | Co-30at%Cr-2at%Si | 255                         | 1.3        | 1.8         |
| 11   | Co-30at%Cr-3at%B  | 260                         | 1.4        | 1.9         |
| 12   | Co-30at%Cr-4at%Ta | 248                         | 1.2        | 1.7         |
| 13   | Co-30at%Cr-6at%Cu | 258                         | 1.3        | 1.6         |
| 14   | Ru                | 250                         | 1.3        | 1.2         |
| 15   | Ru-10at%Mn        | 245                         | 1.3        | 1.6         |
| 16   | Ru-4at%Cr         | 228                         | 1.2        | 1.5         |
| 17   | Ru-3at%Al         | 235                         | 1.2        | 1.6         |
| 18   | Ru-5at%Cu         | 249                         | 1.3        | 1.5         |
| 19   | Ti                | 240                         | 1.1        | 1.3         |
| 20   | Ti-6at%Mn         | 238                         | 1.4        | 1.6         |
| 比較試料 | なし                | 210                         | 1.0 (比較基準) | 1.0 (比較基準)  |

【0026】本実施の形態の磁気記録媒体は、比較例に比べて記録分解能と媒体S/Nが大幅に改善されている。実施の形態3で試作した垂直磁気記録媒体とトンネル型磁気抵抗効果 (TMR) を利用する高感度再生素子を持つ録再分離ヘッドを用いて図4に示す磁気記憶装置を作製した。この磁気記憶装置は、図4(a)に概略平面図を、図4(b)にそのAA'断面図を示すように、磁気記録媒体駆動部42により回転駆動される磁気記録媒体41、磁気ヘッド駆動部44により駆動されて磁気記録媒体41に対して記録及び再生を行う磁気ヘッド43、磁気ヘッド43の記録信号及び再生信号を処理する信号処理部45を備える周知の構成の装置である。

【0027】記録ヘッドのトラック幅0.3 $\mu$ m、再生用のTMRヘッド素子のトラック幅0.26 $\mu$ m、ヘッドと媒体のスペーシング15nmとした。信号処理としてEPR4方式を採用し、55Gb/in<sup>2</sup>の面記録密度の条件で装置を動作させたところ、10<sup>-8</sup>以下の誤り率が得られた。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、垂直磁気記録媒体の分解能の向上とノイズ低減が可能となり、高いS/N比が得られるので、磁気ディスク装置の高密度化が可能とな

る、特に30Gb/in<sup>2</sup>以上の高密度磁気記録が可能となり、装置の小型化や大容量化が容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による垂直磁気記録媒体の一例の断面模式図。

【図2】本発明による垂直磁気記録媒体の他の例の断面模式図。

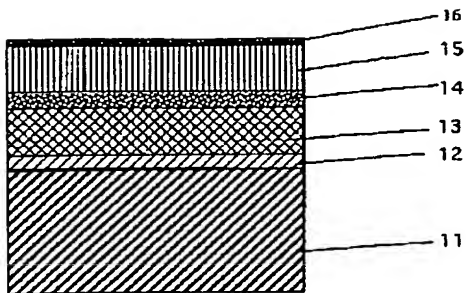
【図3】本発明による垂直磁気記録媒体の他の例の断面模式図。

【図4】磁気記憶装置の概略構成図。

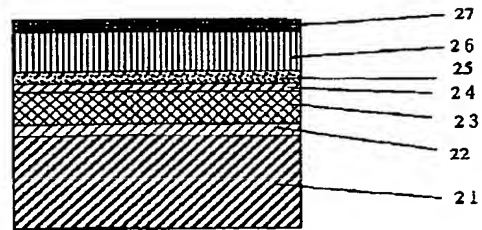
【符号の説明】

11…基板、12…接着強化層、13…軟磁性膜、14…MgO膜、15…垂直磁化膜、16…保護膜、21…基板、22…接着強化層、23…軟磁性膜、24…シード層、25…MgO膜、26…垂直磁化膜、27…保護膜、31…基板、32…接着強化層、33…硬磁性膜、34…軟磁性層、35…シード層、36…MgO膜、37…六方稠密構造材料膜、38…垂直磁化膜、39…保護膜、41…磁気記録媒体、42…磁気記録媒体駆動部、43…磁気ヘッド、44…磁気ヘッド駆動部、45…信号処理部。

【図1】

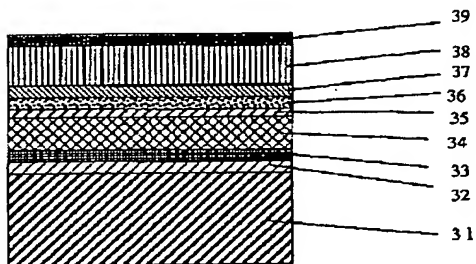


【図2】

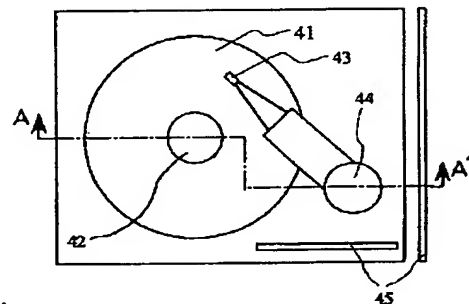


【図4】

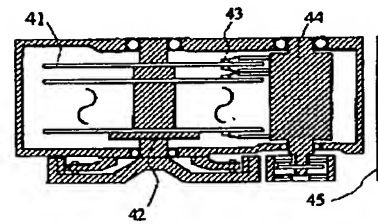
【図3】



(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 本多 幸雄  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 菊川 敦  
東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
Fターム(参考) 5D006 BB07 CA01 CA05 CA06 DA03  
FA09

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant:

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**